

Document made available under the Patent Cooperation Treaty (PCT)

International application number: PCT/JP05/000981

International filing date: 26 January 2005 (26.01.2005)

Document type: Certified copy of priority document

Document details: Country/Office: JP
Number: 2004-017533
Filing date: 26 January 2004 (26.01.2004)

Date of receipt at the International Bureau: 24 March 2005 (24.03.2005)

Remark: Priority document submitted or transmitted to the International Bureau in compliance with Rule 17.1(a) or (b)



World Intellectual Property Organization (WIPO) - Geneva, Switzerland
Organisation Mondiale de la Propriété Intellectuelle (OMPI) - Genève, Suisse

28. 1. 2005

日 本 国 特 許 庁
JAPAN PATENT OFFICE

別紙添付の書類に記載されている事項は下記の出願書類に記載されている事項と同一であることを証明する。

This is to certify that the annexed is a true copy of the following application as filed with this Office.

出 願 年 月 日 2 0 0 4 年 1 月 2 6 日
Date of Application:

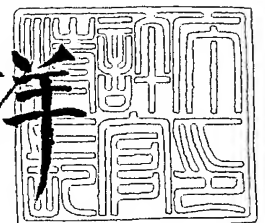
出 願 番 号 特 願 2 0 0 4 - 0 1 7 5 3 3
Application Number:
[ST. 10/C] : [J P 2 0 0 4 - 0 1 7 5 3 3]

出 願 人 本 田 技 研 工 業 株 式 有 限 公 司
Applicant(s):

2 0 0 5 年 3 月 9 日

特許庁長官
Commissioner,
Japan Patent Office

小 川 洋



【書類名】 特許願
【整理番号】 H0-0344
【提出日】 平成16年 1月26日
【あて先】 特許庁長官 殿
【国際特許分類】 H01L 41/26
H01L 41/09
【発明者】
【住所又は居所】 埼玉県和光市中央一丁目 4 番 1 号 株式会社本田技術研究所内
【氏名】 服部 達哉
【発明者】
【住所又は居所】 埼玉県和光市中央一丁目 4 番 1 号 株式会社本田技術研究所内
【氏名】 銭 朴
【特許出願人】
【識別番号】 000005326
【氏名又は名称】 本田技研工業株式会社
【代理人】
【識別番号】 100080012
【弁理士】
【氏名又は名称】 高石 橘馬
【電話番号】 03(5228)6355
【手数料の表示】
【予納台帳番号】 009324
【納付金額】 21,000円
【提出物件の目録】
【物件名】 特許請求の範囲 1
【物件名】 明細書 1
【物件名】 図面 1
【物件名】 要約書 1
【包括委任状番号】 9713034

【書類名】特許請求の範囲**【請求項 1】**

導電性高分子及びドーパントを含有する導電性粉末からなる圧粉体と、イオン供給体とからなり、応力変化により起電力を発生することを特徴とする圧電体。

【請求項 2】

請求項 1 に記載の圧電体において、前記導電性高分子が共役構造を有することを特徴とする圧電体。

【請求項 3】

請求項 1 又は 2 に記載の圧電体において、前記導電性高分子がポリピロール、ポリチオフェン、ポリアニリン、ポリアセチレン及びこれらの誘導体からなる群より選ばれた少なくとも一種であることを特徴とする圧電体。

【請求項 4】

請求項 1 ～ 3 のいずれかに記載の圧電体において、前記イオン供給体が溶液、ゾル、ゲル又はこれらの組合せであることを特徴とする圧電体。

【請求項 5】

請求項 1 ～ 4 のいずれかに記載の圧電体において、前記イオン供給体がバインダー機能を有することを特徴とする圧電体。

【請求項 6】

請求項 1 ～ 5 のいずれかに記載の圧電体において、前記イオン供給体が両親媒性化合物を含有することを特徴とする圧電体。

【請求項 7】

請求項 1 ～ 6 のいずれかに記載の圧電体において、前記導電性粉末中の前記導電性高分子の含有量が 1 ～ 99.9 質量%であることを特徴とする圧電体。

【請求項 8】

請求項 1 ～ 7 のいずれかに記載の圧電体において、前記導電性粉末の電気抵抗が $10^{-7} \Omega$ ～ $1 M\Omega$ であることを特徴とする圧電体。

【請求項 9】

請求項 1 ～ 8 のいずれかに記載の圧電体において、前記導電性高分子の平均粒径が 10 nm ～ 1 mm であることを特徴とする圧電体。

【請求項 10】

請求項 1 ～ 9 のいずれかに記載の圧電体と、前記圧粉体の応力を変化させる手段とを有する発電装置であって、応力変化手段によって前記圧粉体を圧縮及び／又は伸張することにより前記圧粉体から前記イオン供給体を放出及び／又は吸収させ、起電力を発生させることを特徴とする装置。

【請求項 11】

請求項 1 ～ 9 のいずれかに記載の圧電体と、作用電極と、対極とからなる高分子アクチュエータであって、前記作用電極が前記圧粉体に接触しており、前記対極は前記イオン供給体中であって前記圧粉体から離隔した位置に設けられており、前記作用電極と前記対極との間に電圧を印加することにより前記圧粉体が収縮又は伸張することを特徴とするアクチュエータ。

【請求項 12】

請求項 11 に記載の高分子アクチュエータにおいて、複数の圧粉体を有し、各圧粉体が前記イオン供給体中に積層されていることを特徴とする高分子アクチュエータ。

【請求項 13】

請求項 11 又は 12 に記載の高分子アクチュエータを少なくとも一対具備し、一方の圧粉体の収縮又は伸張が他方の圧粉体に伝達して前記他方の圧粉体の応力変化となり、前記他方の圧粉体が起電力を発生することを特徴とするエネルギー発生又は回生装置。

【書類名】明細書

【発明の名称】圧電体、発電装置及び高分子アクチュエータ

【技術分野】

【0001】

本発明は、応力変化により起電力を発生し、圧力、変位量及び加速度等のセンサ、エネルギー発生又は回生装置等に利用可能な圧電体、並びに係る圧電体からなる発電装置及び高分子アクチュエータに関する。

【背景技術】

【0002】

ロボット、工作機械、自動車等の電磁モータを利用する分野では、駆動システムの軽量化が求められている。しかし電磁モータの出力密度はモータの重量に依存するため、電磁モータを利用したアクチュエータの軽量化には限界がある。そのため、小型軽量化が可能であるとともに、大きな出力が得られるアクチュエータが望まれている。

【0003】

小型軽量化が可能なアクチュエータとして、近年、高分子からなるアクチュエータが注目されている。高分子からなるアクチュエータとして、導電性高分子ゲルを用いたゲルアクチュエータ、導電性高分子膜を用いた高分子膜アクチュエータ等が知られている。

【0004】

導電性高分子膜アクチュエータとしては、導電性高分子膜とその表面に接合した金属電極とからなるものが挙げられる。金属電極は化学めっき、電気めっき、真空蒸着、スパッタリング、塗布、圧着、溶着等の方法によって導電性高分子膜の表面に形成される。導電性高分子膜と金属電極の接合体を含水状態にして電位差をかけると、導電性高分子膜に湾曲及び変形が生じるので、これを駆動力として利用することができる。

【0005】

アクチュエータのように、電圧の印加により歪み又は応力を発生する現象は逆圧電効果と呼ばれている。これに対し、圧力、張力等の応力を受けると電圧を発生する現象は、正圧電効果と呼ばれている。逆圧電効果を示す圧電体は、正圧電効果も示すことが知られている。高分子材料からなるアクチュエータの正圧電効果を利用することにより、アクチュエータの効率的駆動が可能になると考えられる。例えば二つのアクチュエータを交互に駆動させ、一方のアクチュエータが電気エネルギーから変換した運動の一部を他方のアクチュエータに伝え、それを電気エネルギーに変換させることにより、エネルギーの一部を回収することが可能になると考えられる。このように逆圧電効果とともに正圧電効果も利用可能なアクチュエータは、非常に効率的であると言える。

【0006】

特開平8-36917号（特許文献1）は、3フッ化エチレン、4フッ化エチレンのいずれか、又はその両者と、フッ化ビニリデンとを共重合とする強誘電性高分子を延伸し、ついでその常誘電相、あるいは六方晶相で結晶化させる過程において、延伸された膜面をほぼ自由表面に保ちながら結晶化を進めることにより得られたフィルム状強誘電性高分子単結晶をポーリングして得られる圧電素子を記載している。この圧電素子はフィルム状であるので、両面に金属電極を接合して含水状態にすると、高分子膜アクチュエータになり得ると考えられる。しかしながら変位形状が湾曲状態の高分子膜アクチュエータの場合、変位量や変位位置の制御が難しいという問題がある。このため逆圧電効果を利用する場合も、与える変位量や変位位置を制御して所望量の電気エネルギーを得るのが困難であるという問題がある。また応力変化させても十分な電気エネルギーを得られないという問題もある。

【0007】

特開2001-294642号（特許文献2）は、アミド基を有するポリオール及びアミド基を有するポリマーを含むポリオールから選ばれた少なくとも1種のポリオールとポリイソシアネートから製造されるポリウレタンエラストマー系アクチュエータであって、ポリウレタンエラストマー系アクチュエータの含水率が0.01～50重量%であり、且つ含水状態において電場印加によるポリウレタンエラストマーの電場方向への配向に基づく歪みが増幅する

特性を有するポリウレタンエラストマー系アクチュエータを記載している。またポリウレタンエラストマーからなる厚さ 2 mm のシートを吸水させた後、上下面を電極板で挟んで電圧を印加すると、歪みによりシートの厚さが変化することが記載されている。しかしながらこのポリウレタンエラストマー系アクチュエータはシートの厚さ変化を変位として利用するものであるので、変位量が小さいという問題がある。また電気エネルギーを発生させるために必要な変位量も非常に小さいので、正圧電効果により電気エネルギーを得るために必要以上の力をシートに与えることになり易く、効率的にエネルギー変換させるのは困難である。

【0008】

上述のように、アクチュエータを構成する高分子圧電体は応力変化により電気エネルギーを発生し得ると考えられる。しかしながら高分子アクチュエータの多くは膜状であるので、応力変化を与えるのに適していない。このため正圧電効果を有効に利用できる高分子アクチュエータは未だ知られていない。

【0009】

【特許文献 1】 特開平 8-36917 号公報

【特許文献 2】 特開 2001-294642 号公報

【発明の開示】

【発明が解決しようとする課題】

【0010】

従って、本発明の目的は、応力変化により起電力を発生するとともに、電圧を印加することにより変位を示す圧電体、係る圧電体からなる発電装置、並びに大きな変位量及び発生力を有するとともに、変位の制御が容易であるために正圧電効果と逆圧電効果の両方を利用できるアクチュエータを提供することである。

【課題を解決するための手段】

【0011】

上記目的に鑑み鋭意研究の結果、本発明者らは、導電性高分子及びドーパントを含有する導電性粉末からなる圧粉体と、イオン供給体とからなる圧電体は、応力変化により起電力を発生するとともに、逆圧電効果も利用可能であることを発見し、本発明に想到した。

【0012】

すなわち本発明の圧電体は、導電性高分子及びドーパントを含有する導電性粉末からなる圧粉体と、イオン供給体とからなり、応力変化により起電力を発生することを特徴とする。

【0013】

前記導電性高分子は共役構造を有するのが好ましく、ポリピロール、ポリチオフェン、ポリアニリン、ポリアセチレン及びこれらの誘導体からなる群より選ばれた少なくとも一種であるのがより好ましい。前記イオン供給体は溶液、ゾル、ゲル又はこれらの組合せであるのが好ましく、バインダー機能を有するのが好ましい。また前記イオン供給体は両親媒性化合物を含有するのが好ましい。

【0014】

前記導電性粉末中の前記導電性高分子の含有量は 1 ～ 99.9 質量 % であるのが好ましく、前記導電性高分子の平均粒径は 10 nm ～ 1 μm であるのが好ましい。前記導電性粉末の電気抵抗は $10^{-7} \Omega \sim 1 M\Omega$ であるのが好ましい。

【0015】

本発明の発電装置は圧粉体及びイオン供給体からなる圧電体と、前記圧粉体の応力を変化させる手段とを有し、応力変化手段により前記圧粉体を圧縮及び／又は伸張することにより前記圧粉体から前記イオン供給体を放出及び／又は吸収させ、起電力を発生させることを特徴とする。

【0016】

本発明の高分子アクチュエータは、本発明の圧電体と、作用電極と、対極とからなり、前記作用電極は前記圧粉体に接触しており、前記対極は前記イオン供給体中であって前記

圧粉体から離隔した位置に設けられており、前記作用電極と前記対極との間に電圧を印加することにより収縮又は伸張することを特徴とする。

【0017】

高分子アクチュエータの好ましい一例は、複数の圧粉体を有し、各圧粉体が前記イオン供給体中に積層されていることを特徴とする。

【0018】

本発明のエネルギー発生又は回生装置は、本発明の高分子アクチュエータを少なくとも一つ具備し、一方の圧粉体の収縮又は伸張が他方の圧粉体に伝達して前記他方の圧粉体の応力変化となり、前記他方の圧粉体が起電力を発生することを特徴とする。

【発明の効果】

【0019】

本発明の圧電体は導電性高分子及びドーパントを含有する導電性粉末からなる圧粉体と、イオン供給体とからなり、応力変化により起電力を発生する。このため発電装置の他、圧力、変位量及び加速度等のセンサに利用可能である。また導電性粉末からなる圧粉体は、電圧を印加することにより収縮又は伸張するので、アクチュエータの駆動力とすることができる。本発明の圧電体を駆動力とするアクチュエータは、電気エネルギーを機械的エネルギーに変換するのみならず、その逆の変換も行うことができる。このためアクチュエータの変位の一部を電気エネルギーとして回収する装置（エネルギー発生又は回生装置）として利用できる。また回収した電気エネルギーをフィードバックしてアクチュエータの動力源の一部とすることが可能であるので、インテリジェント材料になり得る。

【発明を実施するための最良の形態】

【0020】

[1] 圧電体

本発明の圧電体は導電性粉末からなる圧粉体と、イオン供給体とからなる。圧粉体は多孔質であり、イオン供給体が圧粉体に含浸されている。

【0021】

(1) 導電性粉末

導電性粉末は導電性高分子及びドーパントを含有する。導電性高分子は共役構造を有するのが好ましい。具体的には共役構造を有するポリピロール、ポリチオフェン、ポリアニリン、ポリアセチレン及びこれらの誘導体からなる群より選ばれた少なくとも一種であるのが好ましく、ポリピロールであるのがより好ましい。

【0022】

ドーパントは、p型でもn型でも良く、一般的なものを使用することができる。p型ドーパントとしてはCl₂、Br₂、I₂、ICl、ICl₃、IBr、IF₃等のハロゲンや、PF₅、PF₆、BF₄、AsF₅、SbF₅等のルイス酸、硫酸、硝酸、過塩素酸、有機酸（p-トルエンスルホン酸等）等が挙げられる。n型ドーパントとしてはLi、Na、K、Rb、Cs等のアルカリ金属や、Be、Mg、Ca、Sc、Ba、Ag、Eu、Yb等のアルカリ土類金属が挙げられる。

【0023】

導電性粉末中の導電性高分子の含有量は1～99.9質量%であるのが好ましく、30～70質量%であるのがより好ましい。導電性高分子が1質量%未満であると、導電性高分子からなる圧粉体の収縮量が小さ過ぎるために、発生する起電力が小さ過ぎる。99.9質量%超であると、金属塩等の含有量が少な過ぎるために導電性が小さ過ぎる。導電性高分子の平均粒径は10 nm～1 mmであるのが好ましい。平均粒径1 mm超であると、成形し難しすぎる。平均粒径10 nm未満のものは、作製及び取扱いが困難である。

【0024】

導電性粉末は導電性高分子及びドーパントの外に、金属、金属塩及びカーボンからなる群より選ばれた少なくとも一種を含有するのが好ましい。金属、金属塩及びカーボンからなる群より選ばれた少なくとも一種を含有することにより、導電性粉末の導電性が向上する。金属としては鉄、銅、ニッケル、チタン、亜鉛、クロム、アルミニウム、コバルト、金、白金、銀、マンガン、タングステン、パラジウム、ルテニウム、ジルコニウムが好ま

しい。金属塩としては、三塩化鉄、塩化銅が挙げられる。

【0025】

導電性高分子、ドーパント及び金属塩を含有する場合を例にとって、導電性粉末を作製する方法を説明する。導電性高分子は、酸化重合により効率的に合成することができる。ドーパント及び金属塩を含む水溶液中にモノマーを滴下して攪拌することにより、モノマーがドーパント及び金属塩を取り込みながら重合する。これにより、導電性高分子中にドーパント及び金属塩を含有する導電性粉末を作製することができる。塩化銅、三塩化鉄等の金属塩は酸化重合触媒としても機能する。金属塩/モノマーのモル比が $10/1 \sim 1/100$ 程度となるように、水溶液中に金属塩を溶解しておくのが好ましい。モル比が $1/100$ 未満であると、十分な触媒効果を得られない。モル比を $10/1$ 超としても、触媒効果は増大せず、余剰の金属塩は無駄になる。

【0026】

(2) 圧粉体

圧粉体は導電性粉末からなる多孔質である。圧粉体は板状であるのが好ましく、厚さ 0.1 mm 以上であるのが好ましい。厚さ 0.1 mm 未満であると、割れ易く取扱いが難しすぎるので好ましくない。圧粉体の厚さの上限は特に限定されないが、実用的には 20 mm 以下である。

【0027】

圧粉体は導電性粉末を型に入れて圧縮したものである。例えば錠剤用製錠器に導電性粉末を入れた後、製錠器内を減圧し、 $700 \sim 900 \text{ MPa}$ で $3 \sim 10$ 分程度加圧することにより圧粉体を作製できる。導電性粉末を圧粉体にするにより、イオン供給体に浸漬させた状態で圧粉体に圧力をかけ、起電力を生じさせることができる。導電性粉末の電気抵抗は、 $10^{-7} \Omega \sim 1 \text{ M}\Omega$ であるのが好ましく、 $10^{-4} \Omega \sim 1 \text{ M}\Omega$ であるのがより好ましい。本明細書中、導電性粉末の電気抵抗は、電極間隔 1.5 mm の4端子法によって測定した値とする。電気抵抗が $1 \text{ M}\Omega$ 超であると、電流が流れ難過ぎて、酸化還元反応がほとんど起こらない。電気抵抗が $10^{-7} \Omega$ 未満のものは作製困難である。

【0028】

圧粉体を構成する導電性高分子は酸化、中性、還元いずれの状態であっても差し支えないが、還元状態であるのが好ましい。還元状態であると、応力変化により大きな起電力を発生する。還元状態にするには圧粉体に白金線等を取り付けてリード線とし、これを NaPF_6 水溶液等の電解液に浸漬し、圧粉体が陰極となるように通電する。電解液には対極及び参照電極も浸漬しておく必要がある。好ましい印加電圧及び通電時間は、圧粉体の厚さ、導電性粉末の粒径、導電性高分子及びドーパントの種類等により様々であるが、一般に印加電圧 $-3 \sim -0.1 \text{ V}$ 、通電時間 $0.5 \sim 1.5$ 時間程度で良い。例えば厚さ 1 cm 程度の圧粉体の場合、 $-1.5 \sim -0.1 \text{ V}$ の電圧を印加して1時間程度保持することにより還元状態の導電性高分子からなる圧粉体が得られる。

【0029】

(3) イオン供給体

イオン供給体は、電解質及び/又は高分子を含有する。電解質としては塩化ナトリウム、 NaPF_6 、p-トルエンスルホン酸ナトリウム、過塩素酸ナトリウム等が挙げられる。高分子としては、ポリエチレングリコール、ポリアクリル酸等が挙げられる。イオン供給体は圧粉体内に出入するので、ある程度の流動性を有する必要がある。イオン供給体は溶液、ゾル、ゲル、溶液とゾルの混合物、ゾルとゲルの混合物、又は溶液とゾルの混合物であるのが好ましい。イオン供給体の溶媒及び/又は分散媒は、水であるのが好ましい。溶媒及び/又は分散媒が水であると、イオン供給体は大きな導電性を示す。電解質水溶液の濃度は $0.01 \sim 5 \text{ mol/L}$ 程度であるのが好ましい。

【0030】

(4) 起電力測定

(a) 起電力

圧粉体に $10^{-5} \sim 10 \text{ MPa}$ の応力変化が生じると、圧電体は起電力を発生する。応力変化に

より圧電体が発生する起電力の大きさは、導電性粉末及び／又はイオン供給体の組成、導電性粉末の組成、圧粉体の厚さ、応力変化速度等によって様々である。例えばポリピロールからなる平均粒径10 nm～1 mm導電性粉末によって厚さ0.1～20 mm圧粉体を作製し、これを濃度0.01～5 mol/Lの塩化ナトリウム水溶液に浸漬させると、応力変化により自然電位が-0.29～-0.27 Vから-0.27～-0.25 Vに変化する。

【0031】

(b) 発電装置

図1及び2は本発明の発電装置の一例を示す。図1(a)に示すように、この装置は圧粉体1及びイオン供給体2からなる圧電体を収容するセル10と、圧粉体1の一端1aに接合された作用電極4と、圧粉体1の他端1bに接合された可動部材30と、イオン供給体2に浸漬された対極5及び参照電極6からなる。

【0032】

セル10は箱型であり、圧粉体1を縦に収容している。セル10の内径は圧粉体1の外径より僅かに大きい。このため圧粉体1はセル10内で伸張及び収縮することができる。セル10内には液状のイオン供給体2が充填されている。

【0033】

作用電極4は圧粉体1及びセル10に接触するように設けられており、リード線4aに接続されている。作用電極4は、圧粉体1の固定端1aとセル10の内面とに接着されているのが好ましい。作用電極4が固定端1a及びセル10に接着されていると、圧粉体1を圧縮する時だけでなく、引張った時の起電力も測定することができる。作用電極4を固定端1a及びセル10に接着するには、接着剤を用いれば良い。作用電極4は白金、金、銀、銅、ニッケル、ステンレス又はカーボンからなるのが好ましい。作用電極4の厚さは0.1 μm～10 mm程度である。圧粉体1上に作用電極4を形成する方法としては、化学めっき、電気めっき、真空蒸着、スパッタリング、塗布、圧着、溶着等が挙げられる。

【0034】

可動部材30は可動板31と、可動板31に垂直に取り付けられた可動ロッド32とからなる。可動板31の下部312は圧粉体1の他端1bに接合されており、可動板31の上部311はセル10から突出している。図1及び2に示す例では、可動板31は網状であるが、(a) 圧粉体1がイオン供給体2を吸収及び放出するのを妨げず、かつ(b) 可動ロッド32の変位を圧粉体1に伝達可能である限り、可動板31の形状は特に限定されない。例えば可動板31は多孔体でも良いし、多孔体と網の複合体でも良い。可動ロッド32は水平に保持されており、圧粉体1を圧縮及び／又は伸張するように動くようになっている。

【0035】

対極5は、リード線5aに接続されており、参照電極6はリード線6aに接続されている。対極5及び参照電極6としては一般的なものを使用することができる。好ましい電極材料としては白金、金、銀、銅、ニッケル、ステンレス、カーボン等が挙げられる。

【0036】

圧粉体1を押すように可動ロッド32を動かすと、圧粉体1は応力変化により起電力を発生する。この原理は次のように考えられる。圧粉体1に応力のない状態(図2(a))から可動ロッド32を圧粉体1の方向(図1及び2の左側)に動かして圧粉体1を加圧すると(図2(b))、まず圧粉体1を構成する導電性粉末の隙間が狭くなる。このため圧粉体1内に入り混んでいたイオン供給体2は、圧粉体1の外に放出される。イオン供給体2中には電解質等が含まれているので、この移動に伴って導電性粉末の表面に電荷が誘起され、起電力を発生すると考えられる。導電性粉末の隙間が十分に小さくなって、圧粉体1内のイオン供給体2の移動がほとんど無くなった後は、圧粉体1はほぼ弾性変形すると考えられる。

【0037】

逆に圧粉体1を引張るように可動ロッド32を動かした場合も、圧粉体1は起電力を発生する。可動ロッド32を圧粉体1の反対方向(図1及び2の右側)に動かすと、圧粉体1は引張られて、導電性粉末の隙間が広がる。このためイオン供給体2が圧粉体1内に入り込

み易くなる。導電性粉末に電解質が近寄ると、それに反発するように導電性粉末の表面に電荷が誘起され、これにより起電力を発生すると考えられる。発生する起電力は圧粉体1を押した場合の逆の向きである。導電性粉末の隙間が十分に広がって、圧粉体1内のイオン供給体2の移動がほとんど無くなった後は、圧粉体1はほぼ弾性変形すると考えられる。

【0038】

図3に示す発電装置により、圧粉体1の応力、伸縮量及び起電力を測定することができる。この装置は圧粉体1及びイオン供給体2を収容するセル10と、セルの後端に設けられた作動部材20と、圧粉体1の先端に接合された可動部材30と、可動部材30を支持するエアベアリング40と、可動部材30の前方に設けられたロードセル50と、作動部材20に対面するように設けられたレーザ変位計60とを具備する。図1及び2に示す例と同様に、圧粉体1の一端1aに作用電極4が接合されており、イオン供給体2に対極5及び参照電極6が浸漬されている。

【0039】

作動部材20は作動ロッド21と、作動ロッド21の先端に垂直に取り付けられた作動板22とを有し、セル10を押すか引張るかするようになっている。作動ロッド21の後端はスタンド23に垂直に固定されており、作動ロッド21は水平に支持されている。スタンド23は台230と、台230に立設された柱231とからなり、ステージ24上に設けられている。台230はステージ24に設けられた直線状のレール（図示せず）に嵌められており、制御器25からの指令によって移動する。スタンド23に固定された作動ロッド21も、スタンド23の移動に伴って水平を保持したまま移動する。作動部材20によりセル10を押す場合、作動部材20がロードセル50の方（図3の右側）に動く必要があるので、作動板22はセル10の後端に当接していても良いし、セル10の後端から離れていても良い。作動部材20によってセル10を引張る場合は、作動板22がセル10に接着されている必要がある。

【0040】

可動部材30の可動ロッド32は、エアベアリング40により可動自在に支持されている。このため作動ロッド21の変位が圧粉体1を介して可動部材30に伝わると、可動ロッド32もそれに従って変位するようになっている。可動ロッド32の先端はロードセル50のロードボタン51に固定されている。ロードボタン51はロードセル50内の歪み検出版（図示せず）に接触しており、可動ロッド32がロードボタン51を押すことにより、検出版がひずんで荷重を測定できるようになっている。

【0041】

エアベアリング40は可動ロッド32を水平に支持するように、支柱41に取り付けられている。エアベアリング40はエアAの供給口42を有している。エアAは供給口42からエアベアリング40と可動ロッド32との隙間43に充填されるようになっている。これによりエアベアリング40は、実質的に接触することなく可動ロッド32を支持する。このため可動ロッド32の動摩擦係数は、ほぼゼロである。

【0042】

レーザ変位計60は作動板22にレーザを照射し、作動板22の変位量を測定する。図3に示す例ではレーザ変位計60は作動板22の前方に設けられているが、レーザ変位計60の測定可能な範囲に作動板22が位置する限り、レーザ変位計60の設置場所は特に限定されない。

【0043】

制御器25からの指令により、スタンド23及びそれに固定された作動ロッド21をロードセル50の方（図3の右側）に動かすと、セル10を押す力が作動板22によって伝わる。作動前に作動板22がセル10から離れていた場合も、作動板22がセル10に当接した状態になってセル10を押す。セル10内に入れられた圧粉体1はセル10と可動部材30とによって挟持された状態であるので、セル10が受けた力を圧粉体1も受ける。加圧された圧粉体1は僅かに収縮しながら、起電力を発生するので、イオン供給体2中に浸漬された作用電極4、対極5及び参照電極6により、自然電位の変化が観測される。圧粉体1が受けた負荷は可動部材30によってロードセル50に伝わる。このため応力及びその変化を測定可能である。また作

動板22の変位量はレーザ変位計60によって測定される。作動部材20を元の位置に戻すと、圧粉体1は圧縮時と逆向きの起電力を発生しながら元の状態に戻る。

【0044】

作動ロッド21をロードセル50の反対方向（図3の左側）に動かす場合、セル10は作動板22に引張られ、セル10内の圧粉体1にもその力が伝わる。引張られた圧粉体1は僅かに伸張しながら起電力を発生する。圧粉体1が受けた応力はロードセル50によって測定され、作動板22の変位量はレーザ変位計60によって測定される。

【0045】

図1～3に示す例では、可動部材30等によって圧粉体1を水平方向に圧縮及び／又は伸張しているが、本発明の発電装置はこれに限定されず、圧粉体1を垂直に圧縮及び／又は伸張するものも含まれる。垂直に圧縮及び／又は伸張した場合も、圧粉体1がイオン供給体2を放出及び／又は吸収することによって起電力が発生する。

【0046】

[2] 圧電高分子アクチュエータ

圧電体は通電により伸張及び収縮する性質を有する。このため高分子アクチュエータの駆動体としても使用することができる。

【0047】

図4は本発明の圧電高分子アクチュエータの一例を示す。このアクチュエータは、可動部材30の可動ロッド32がセル10を貫通するように設けられている以外、図1及び2に示す装置とほぼ同じであるので、相違点のみ以下に説明する。図4(b)に示すように、可動板31は円板状であり、可動板31の中心に可動ロッド32が垂直に取り付けられている。可動ロッド32は、セル10の開口部11を貫通しており、開口部11に設けられたベアリング12により移動自在に支持されている。イオン供給体2が開口部11から漏出しないように、開口部11はシールされている。通電により圧粉体1が駆動されると、可動ロッド32も同様に駆動される。従って、可動ロッド32の一端を駆動部とすることができる。

【0048】

圧粉体1における応力変化が無い状態で作用電極4と対極5との間に通電すると、圧粉体1は伸張又は収縮し、可動部材30も駆動される。例えば図5(a)に示す位置（通電していない位置）で作用電極4が正極となるように通電すると、圧粉体1は伸張して可動部材30は図中右側に移動する（図5(b)）。作用電極4が負極となるように通電すると、圧粉体1は収縮し、可動部材30は図中左側に移動する（図5(c)）。このような圧粉体1の変位は、圧粉体1中の導電性高分子が、通電により酸化状態となってイオン供給体2中の電解質及び／又は導電性高分子並びに水を吸収したり、還元状態となってこれらを放出したりすることにより生じると考えられる。なお収縮の仕方は、導電性高分子やイオン供給体の種類、及びこれらの組み合わせによって、変わることがある。

【0049】

一方、作用電極4と対極5との間に通電していない状態で可動部材30を動かして圧粉体1を伸縮させることにより、起電力を発生させることもできる。このため二つの高分子アクチュエータの一方のみに通電して可動部材30を動かし、その駆動力の一部によって通電していない方の可動部材30を動かすことにより、一方のアクチュエータを利用しながら他方のアクチュエータに起電力を発生させることが可能になる。

【0050】

図6に示す例は、複数の作用電極4及び圧粉体1がセル10内に積層されている以外、図4及び5に示す例とほぼ同じであるので、相違点のみ以下に説明する。図6に示す例では、一つのセル10内に作用電極4及び圧粉体1が3つずつ収容されているが、本発明はこれに限定されるものではない。一つのセル10内に作用電極4及び圧粉体1が2つずつセル10内に収容されていても良いし、それぞれが4つ以上収容されていても良い。

【0051】

作用電極4と、圧粉体1と、板状の絶縁体70とがこの順に2組みセル10内に縦に積層されており、さらに作用電極4及び圧粉体1が積層されている。各作用電極4と各固定端1a

はそれぞれ接着されており、各他端1bと各絶縁体70も接着されている。また各絶縁体70と各作用電極4も接着されている。このため通電により圧粉体1が伸張した後で収縮する際に、全ての圧粉体1及び作用電極4が元の位置に戻ることができる。対極5側の圧粉体1の他端1bには、可動板31が接着されている。絶縁体70の外径はセル10の内径より僅かに小さく、絶縁体70はセル10に接触していないので、圧粉体1が伸縮しても絶縁体70とセル10との摩擦が起こらない。

【0052】

各作用電極4と対極5との間に通電すると、各圧粉体1がイオン供給体2を吸収又は放出することにより伸張又は収縮し、可動板31に取り付けられた可動ロッド32も駆動される。この圧電性高分子アクチュエータにおいては、複数の圧粉体1を積層しているので、変位量が大きい上、優れた応答性を有する。

【実施例】

【0053】

本発明を以下の実施例によってさらに詳細に説明するが、本発明はそれらに限定されるものではない。

【0054】

実施例1

三塩化鉄40.55 gをメタノール100 mLに溶解し、得られた溶液を0℃で攪拌しながらピロール7.20 gをゆっくり滴下した。滴下終了後、0℃で20分攪拌すると、黒色の固体が生成した。この黒色固体をろ別し、メタノールで洗浄してポリピロール粉末を得た。ポリピロール粉末の電圧抵抗を測定したところ、20Ωであった。

【0055】

ポリピロール粉末をIR錠剤用製錠器（直径10 mm）に入れ、真空脱気しながら748～873 MPaの圧力で5分間圧縮し、ポリピロール圧粉体を形成した。圧粉体の厚さは0.5 mmであった。圧粉体の電圧抵抗を測定したところ、0.02Ωであった。

【0056】

このポリピロール圧粉体を電解液に浸漬させ、圧粉体が作用電極となるように電圧を印加することによりポリピロールを還元した。測定条件は下記のとおりとした。

電解液：NaPF₆水溶液（1 mol/L）

作用電極：白金

対極：白金線

参照電極：銀／塩化銀

印加電圧：-0.8 V

電圧印加時間：1時間

還元後緩和時間：1.5時間

【0057】

得られた還元圧粉体と、NaPF₆水溶液（1 mol/L）とを図3に示す装置のセル内に入れた。セル10の後端から約1 mm離れたところから作動部材20を一定速度（それぞれ0.0002、0.02、0.1、1 mm/sec）でロードセルの方向に動かすと、応力変化の開始時点から自然電位が変化した。結果をそれぞれ図7～10に示す。自然電位が変化した後、応力を20 MPaまで増加させたが、自然電位の変化は見られなかった。その後、同じ速さでロードセルから離れる方向に作動部材20を動かしたところ、自然電位はほぼ元に戻った。結果をそれぞれ図11～14に示す。

【0058】

実施例2

実施例1と同様にしてポリピロール圧粉体を作製し、測定条件を下記のとおりとして、ポリピロールを酸化した。得られたポリピロール酸化圧粉体をセルに入れ、速度10 mm/secで作動部材20を動かした以外実施例1と同様にして自然電位を測定した。結果を図15及び16に示す。

イオン供給体：NaPF₆水溶液（1 mol/L）

作用電極：白金
対極：白金線
参照電極：銀／塩化銀
印加電圧：0.8 V
電圧印加時間：1時間
酸化後緩和時間：14時間

【0059】

実施例 3

実施例 1 と同様にしてポリピロール圧粉体を作製し、測定条件を下記のとおりとして、ポリピロールを中性にした。得られたポリピロール中性圧粉体をセルに入れ、速度 1 mm/sec で作動部材 20 を動かした以外実施例 1 と同様にして自然電位を測定した。結果を図 17 及び 18 に示す。

イオン供給体：NaPF₆ 水溶液 (1 mol/L)

作用電極：白金
対極：白金線
参照電極：銀／塩化銀
印加電圧：0 V
電圧印加時間：1時間
酸化後緩和時間：1.5時間

【図面の簡単な説明】

【0060】

【図 1】本発明の圧電体の一例を示す縦断面図である。

【図 2】図 1 の A-A 断面図である。

【図 3】圧電体の起電力を測定する装置の一例を示す概略図である。

【図 4】本発明の高分子アクチュエータの一例を示し、(a) は縦断面図であり、(b) は (a) の B-B 断面図である。

【図 5】高分子アクチュエータの変位を示す断面図である。

【図 6】本発明の高分子アクチュエータの別の例を示す縦断面図である。

【図 7】実施例 1 の圧電体の応力変化に対する起電力を示すグラフである。

【図 8】実施例 1 の圧電体の応力変化に対する起電力を示す別のグラフである。

【図 9】実施例 1 の圧電体の応力変化に対する起電力を示すさらに別のグラフである。

。

【図 10】実施例 1 の圧電体の応力変化に対する起電力を示すさらに別のグラフである。

【図 11】実施例 1 の圧電体の応力変化に対する起電力を示すさらに別のグラフである。

【図 12】実施例 1 の圧電体の応力変化に対する起電力を示すさらに別のグラフである。

【図 13】実施例 1 の圧電体の応力変化に対する起電力を示すさらに別のグラフである。

【図 14】実施例 1 の圧電体の応力変化に対する起電力を示すさらに別のグラフである。

【図 15】実施例 2 の圧電体の応力変化に対する起電力を示すグラフである。

【図 16】実施例 2 の圧電体の応力変化に対する起電力を示す別のグラフである。

【図 17】実施例 3 の圧電体の応力変化に対する起電力を示すグラフである。

【図 18】実施例 3 の圧電体の応力変化に対する起電力を示す別のグラフである。

【符号の説明】

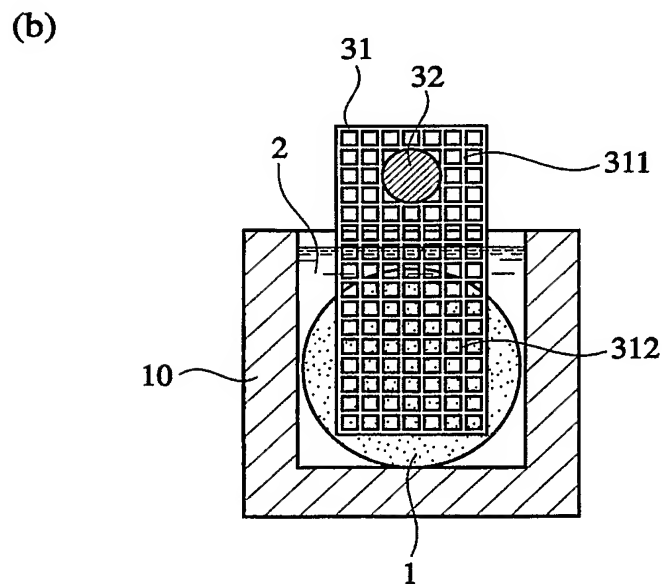
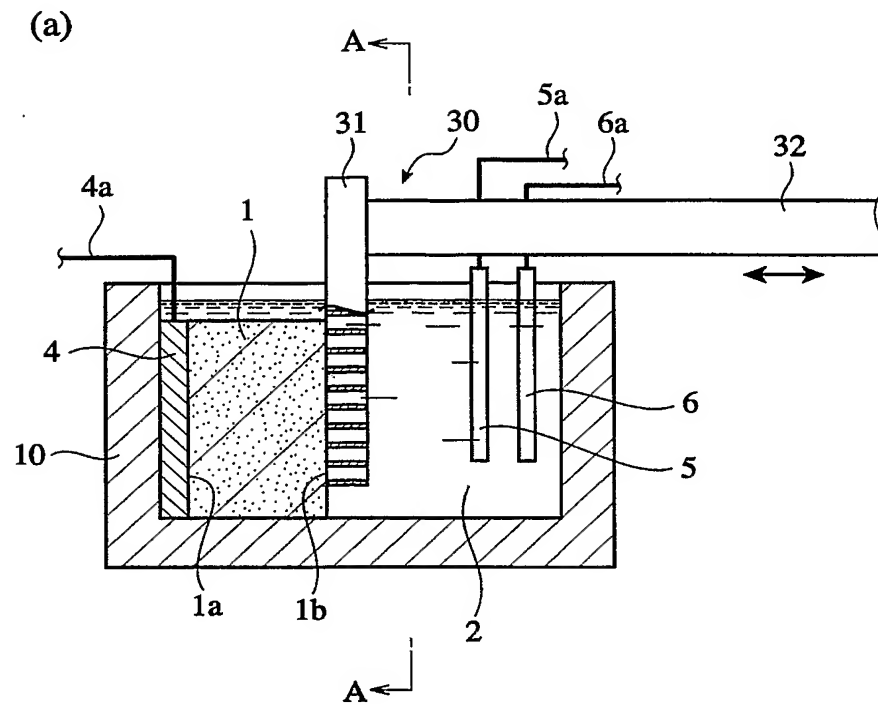
【0061】

1・・・圧粉体

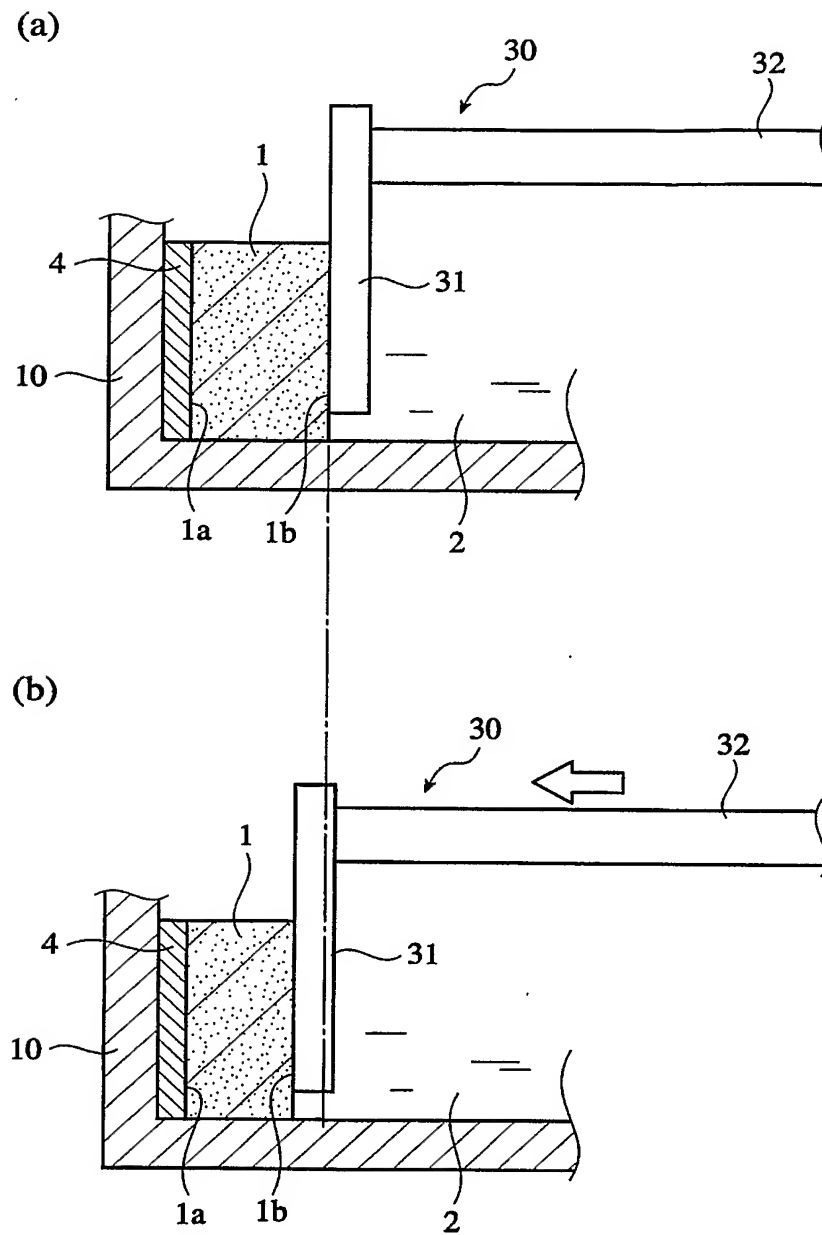
1a . . . 一端
1b . . . 他端
2 . . . イオン供給体
4 . . . 作用電極
4a . . . リード線
5 . . . 対極
5a . . . リード線
6 . . . 参照電極
6a . . . リード線
10 . . . セル
20 . . . 作動部材
21 . . . 作動ロッド
22 . . . 作動板
23 . . . スタンド
230 . . . 台
231 . . . 柱
24 . . . ステージ
25 . . . 制御器
30 . . . 可動部材
31 . . . 可動板
32 . . . 可動ロッド
312 . . . 下部
311 . . . 上部
40 . . . エアベアリング
41 . . . 支柱
42 . . . エア供給口
50 . . . ロードセル
51 . . . ロードボタン
60 . . . レーザ変位計
70 . . . 絶縁体
A . . . エア
L . . . レーザ光

【書類名】 図面

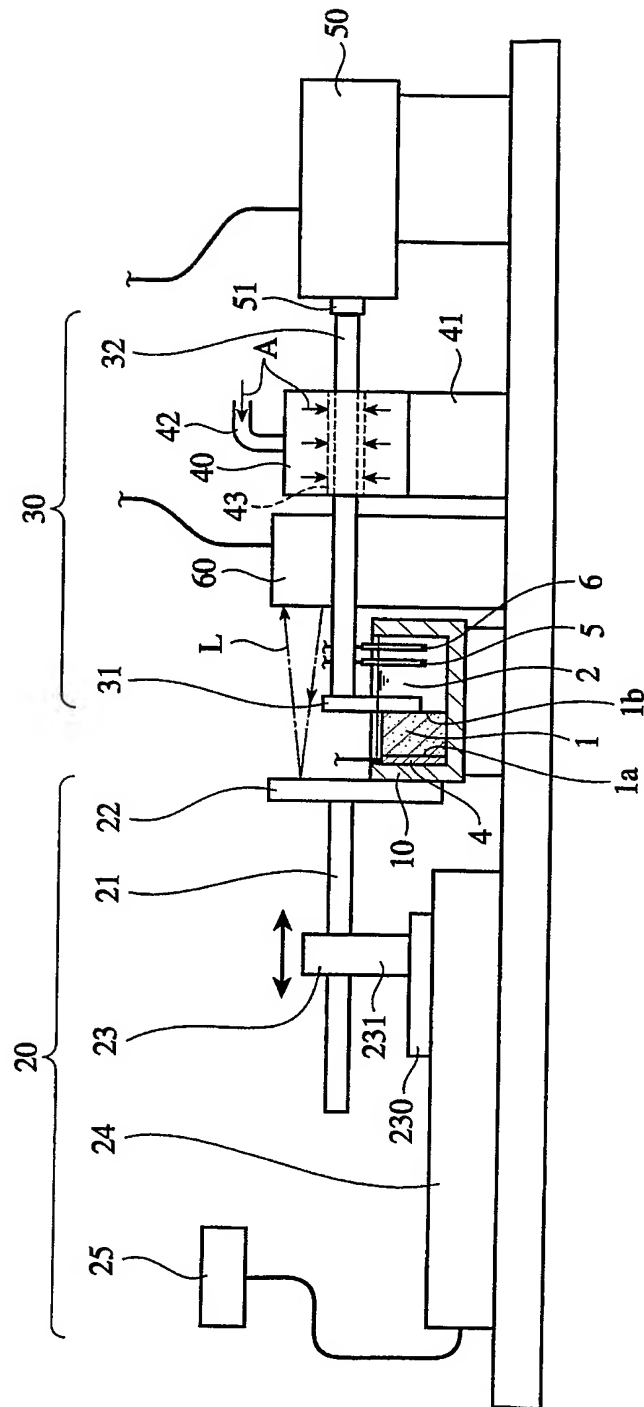
【図 1】



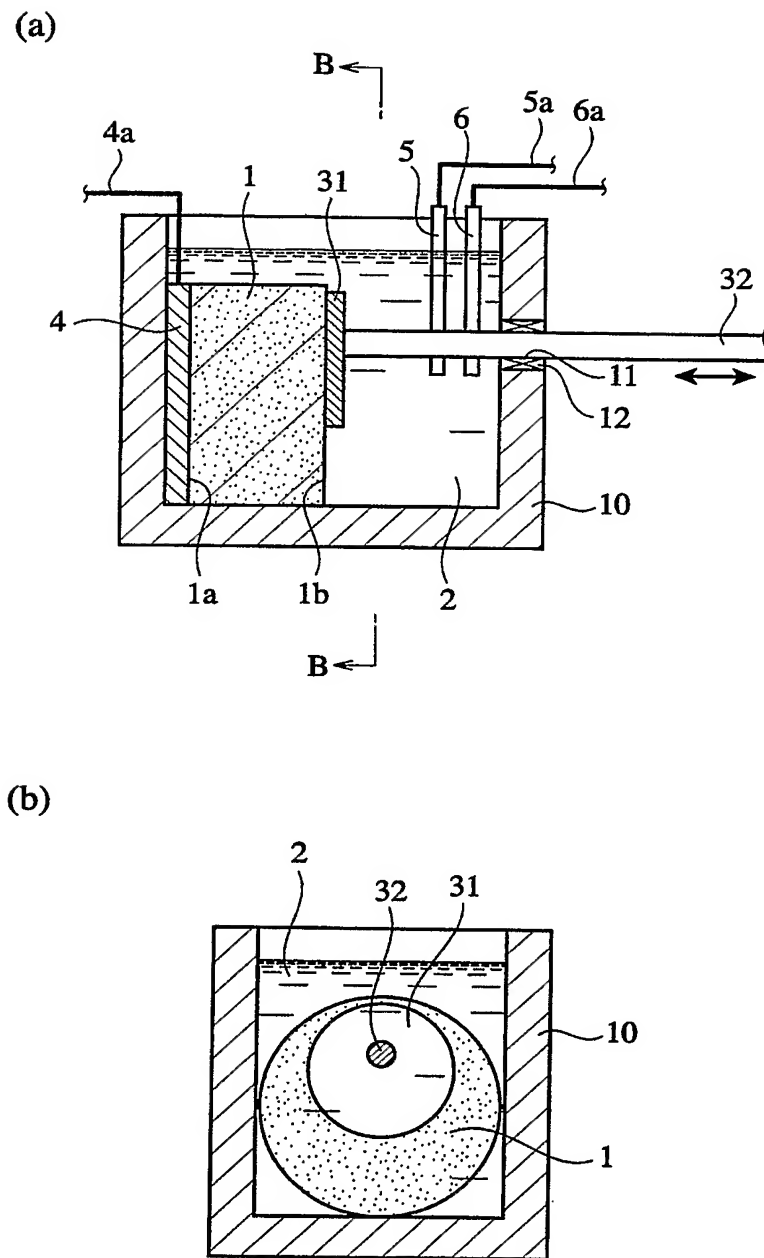
【図 2】



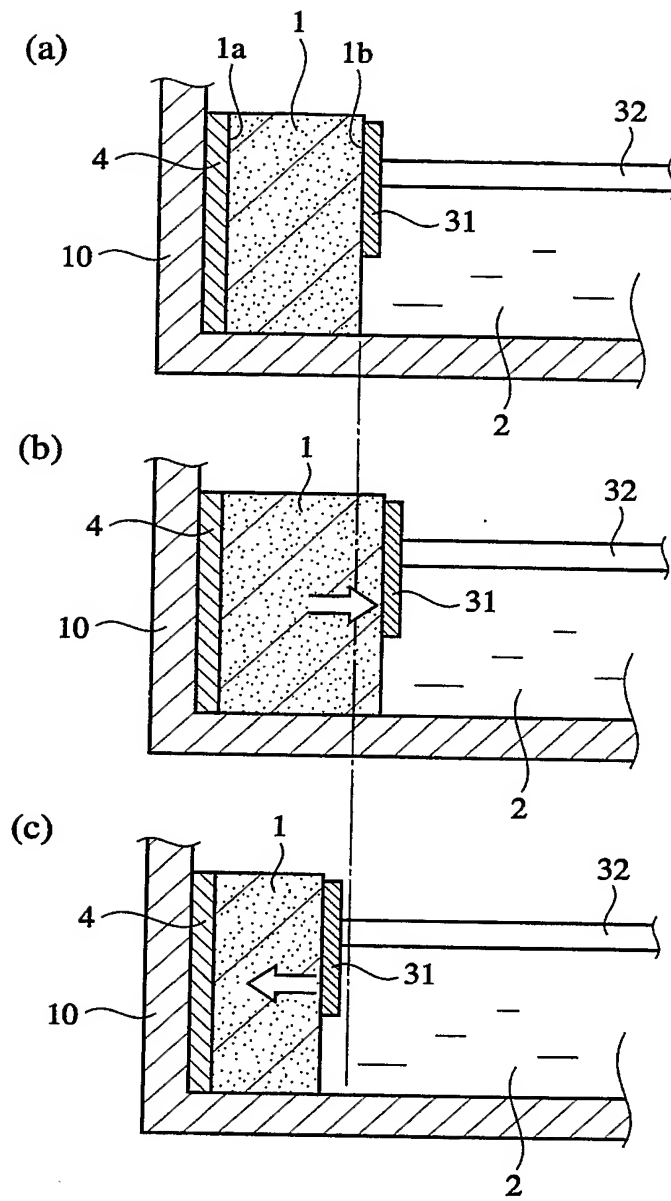
【図 3】



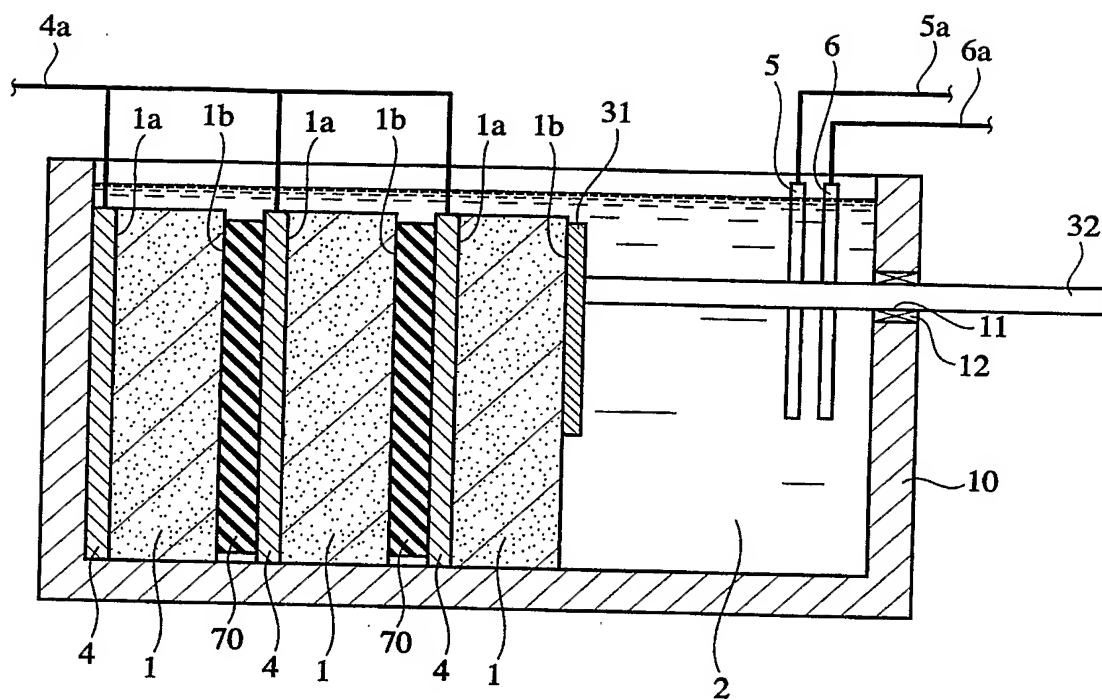
【図 4】



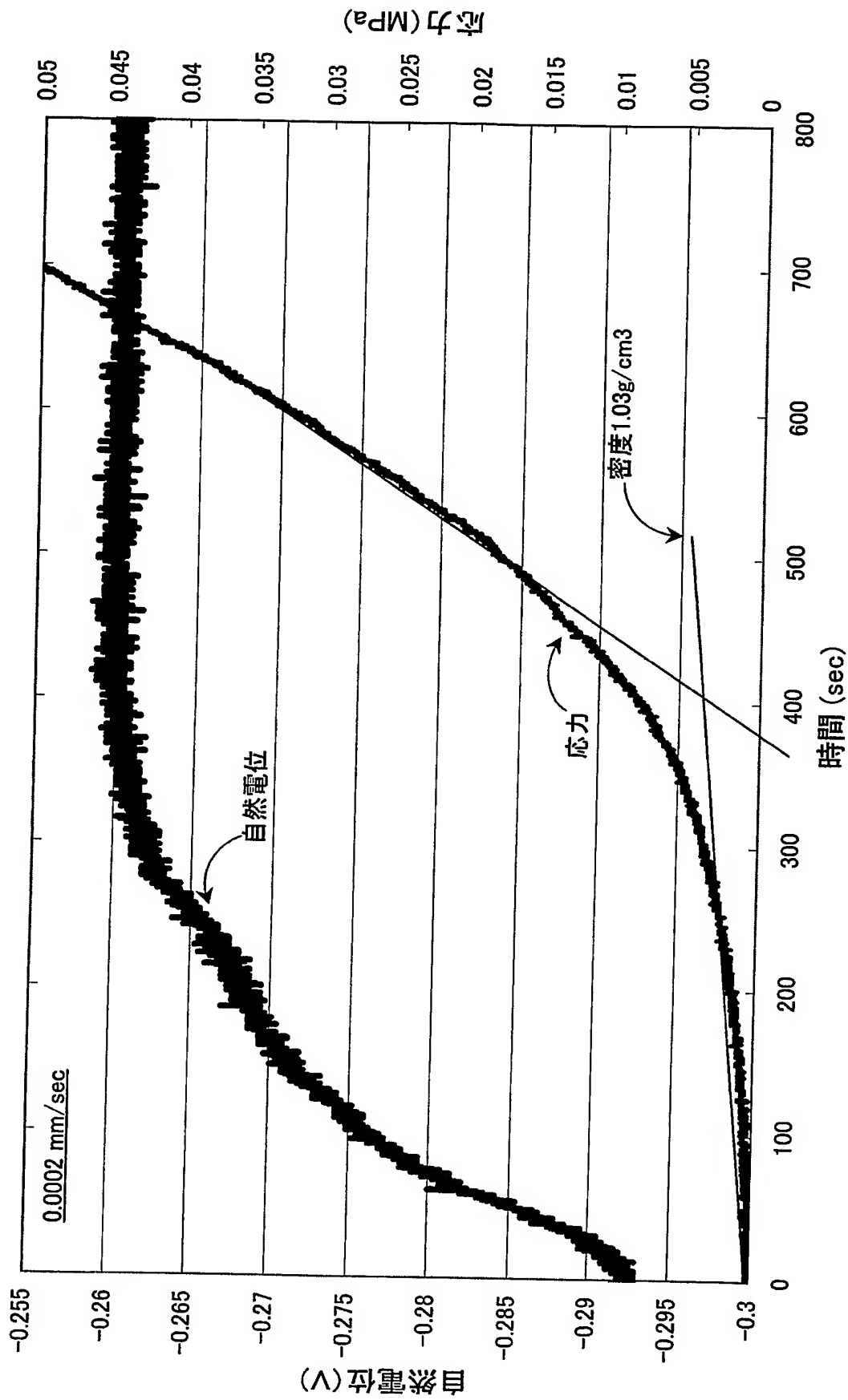
【図 5】



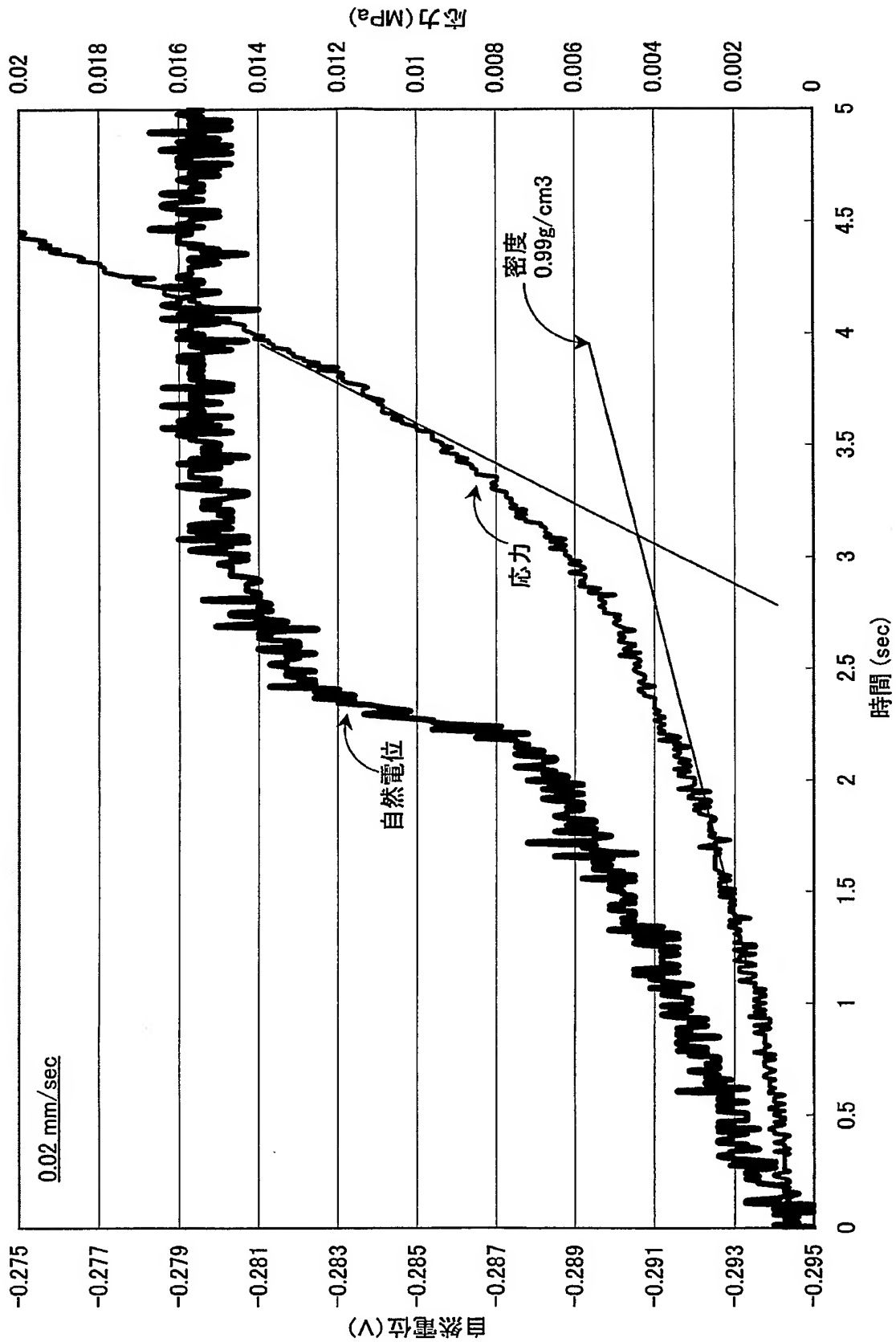
【図 6】



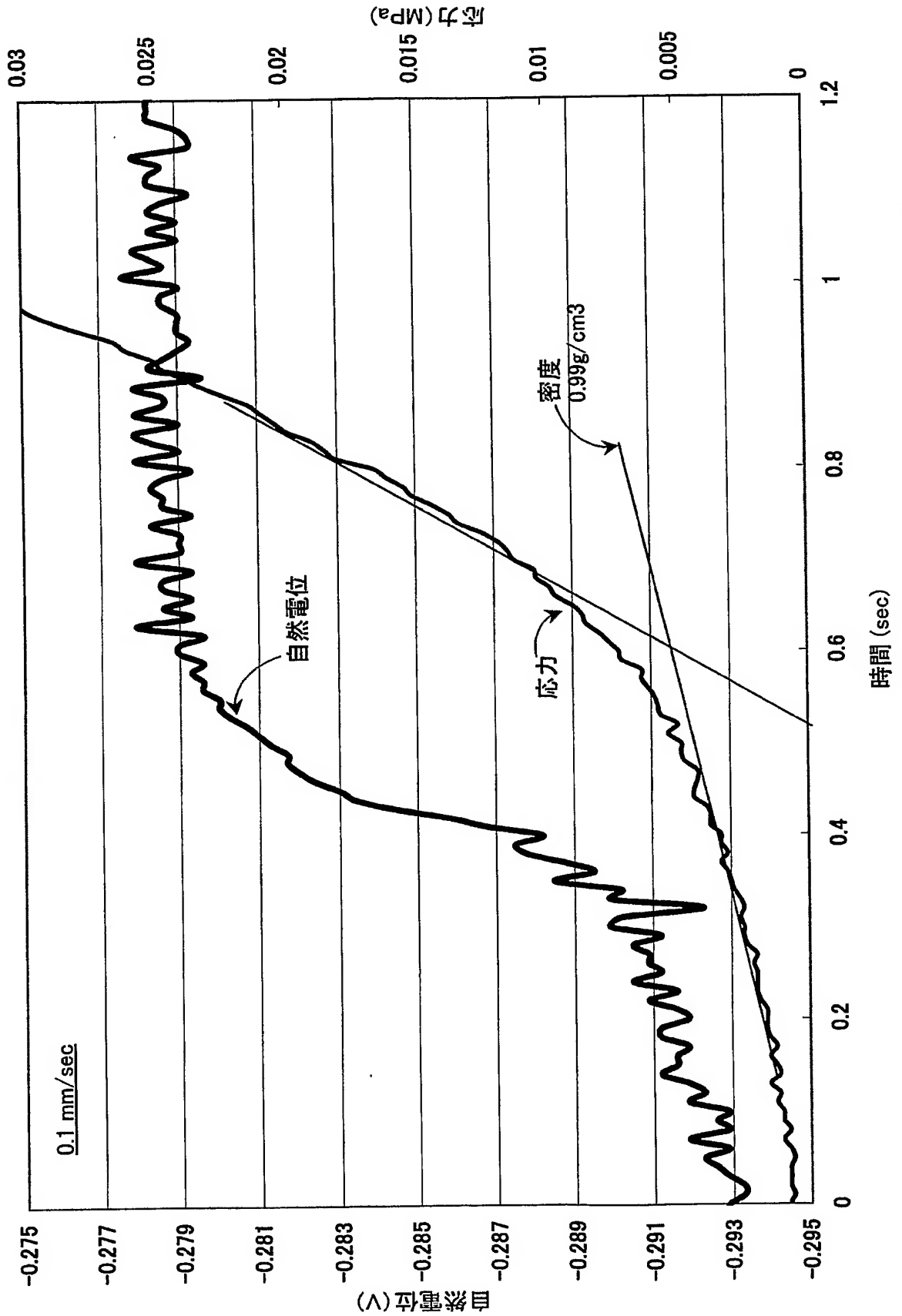
【図 7】



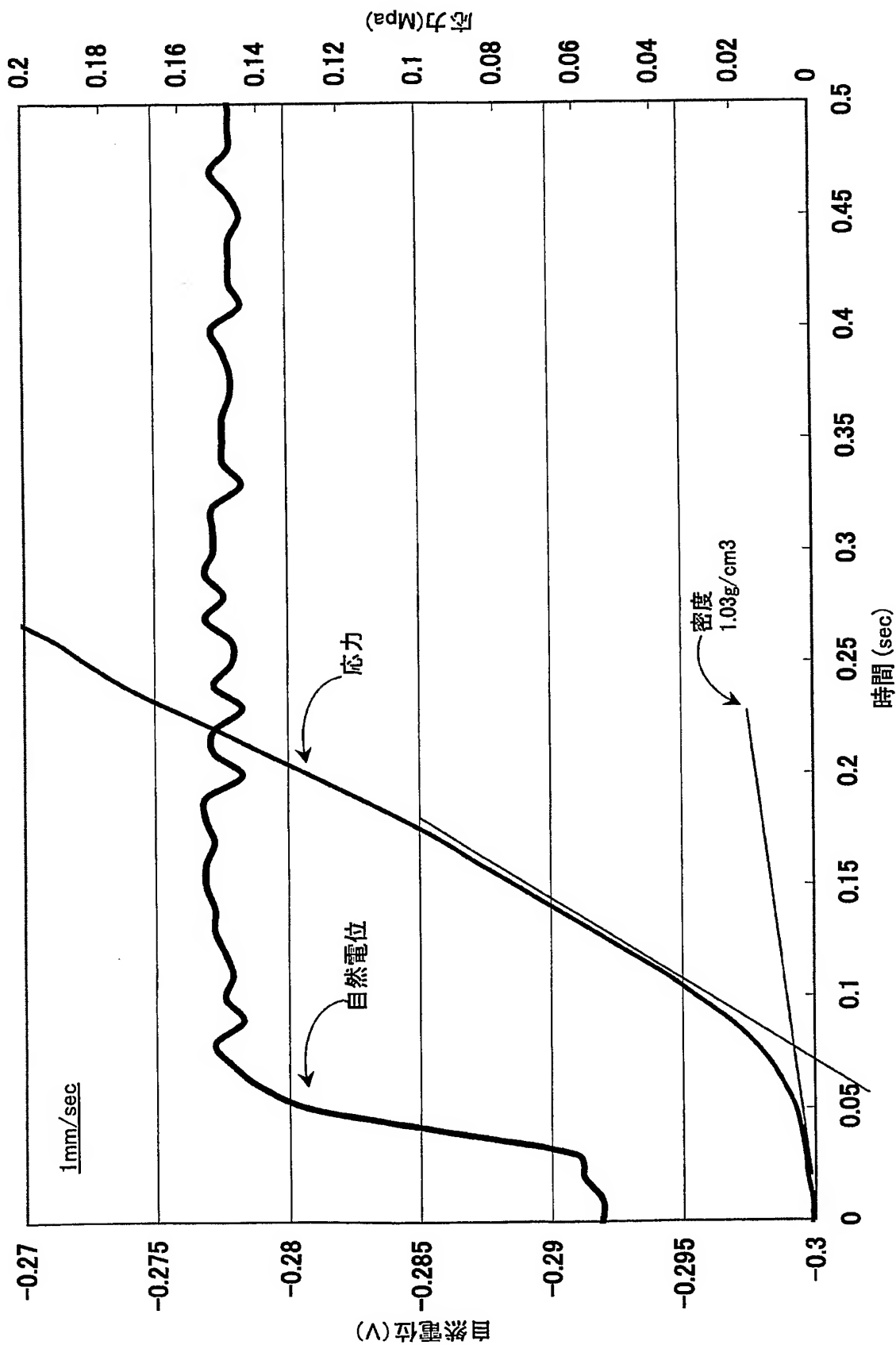
【図 8】



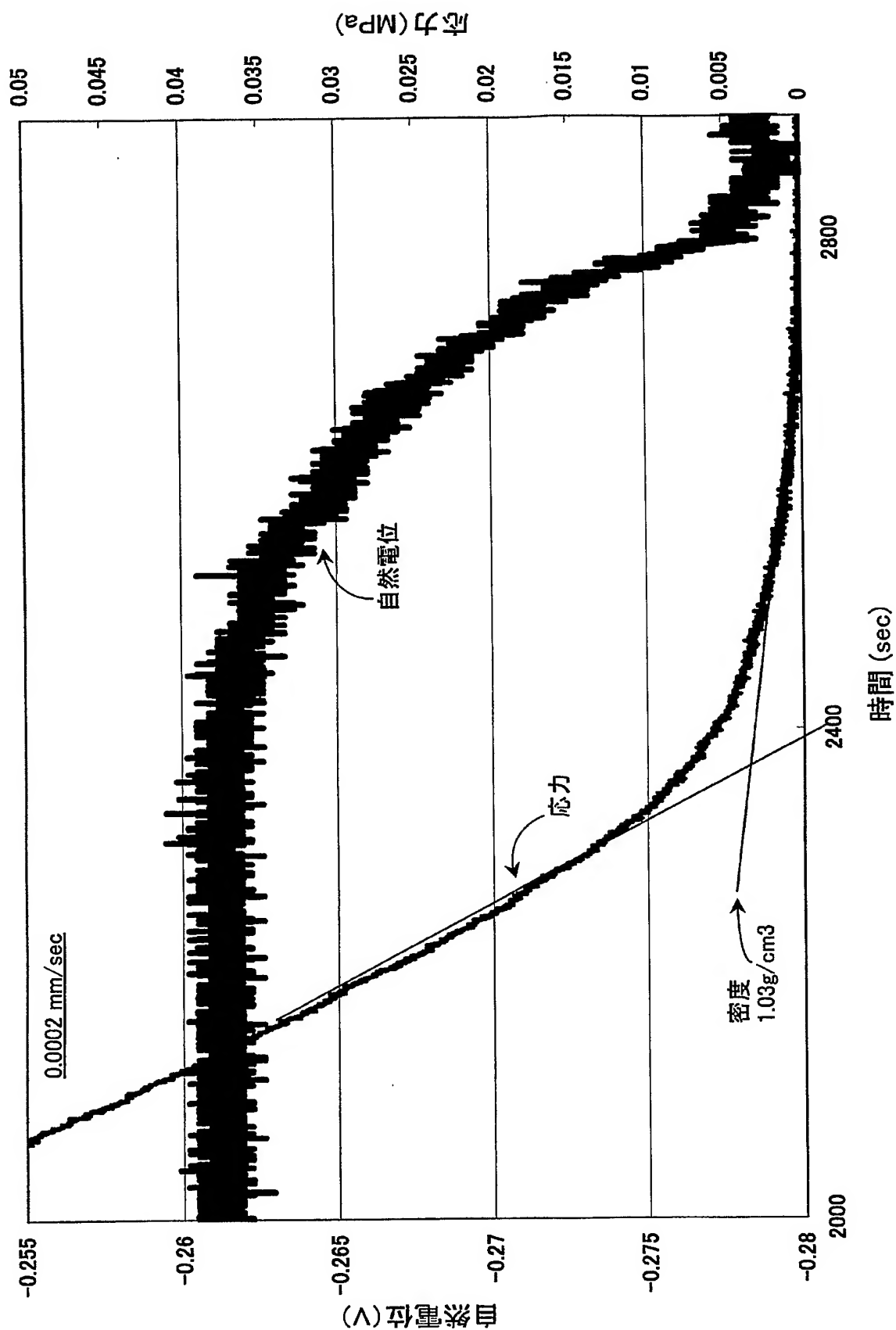
【図 9】



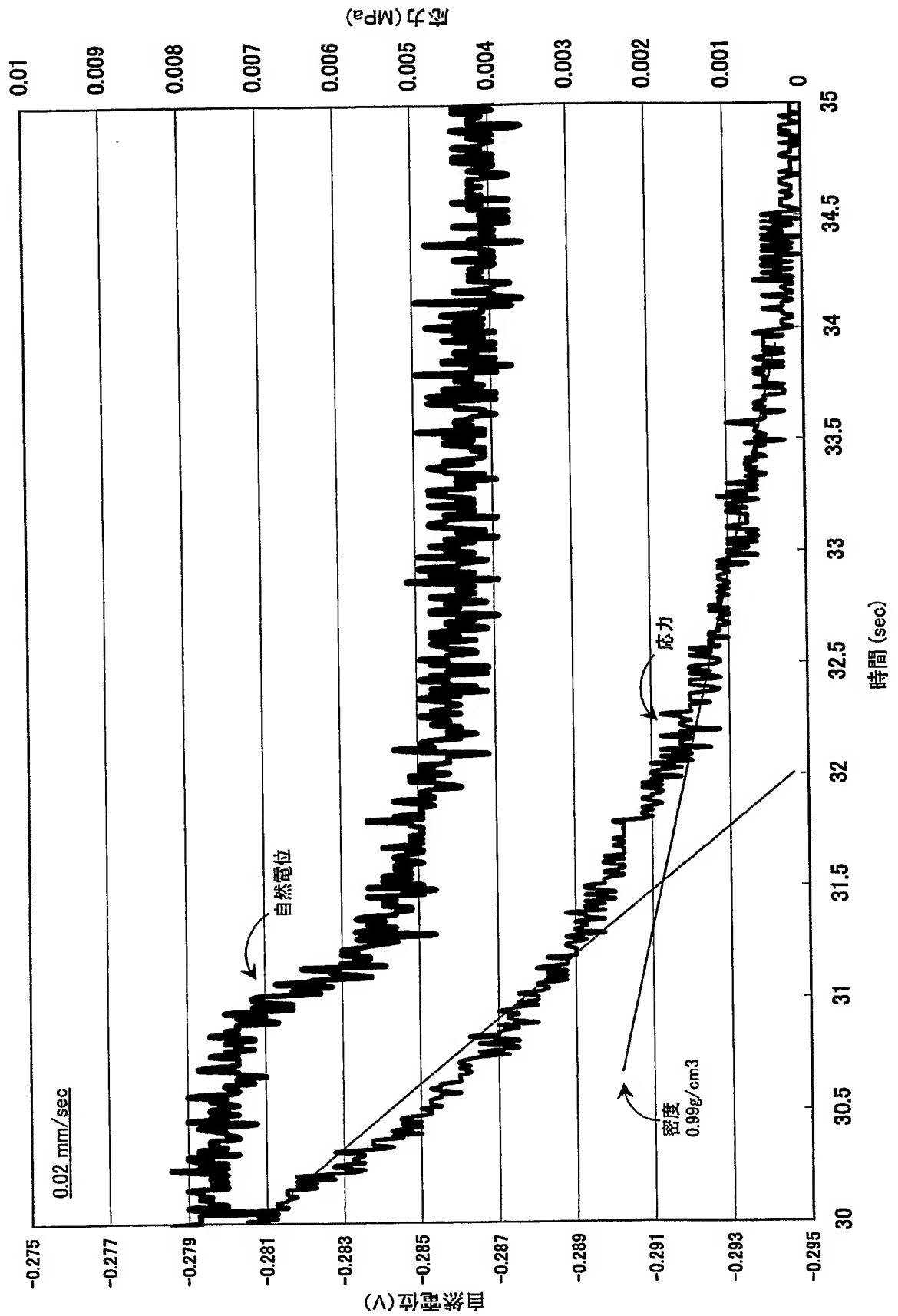
【図 10】



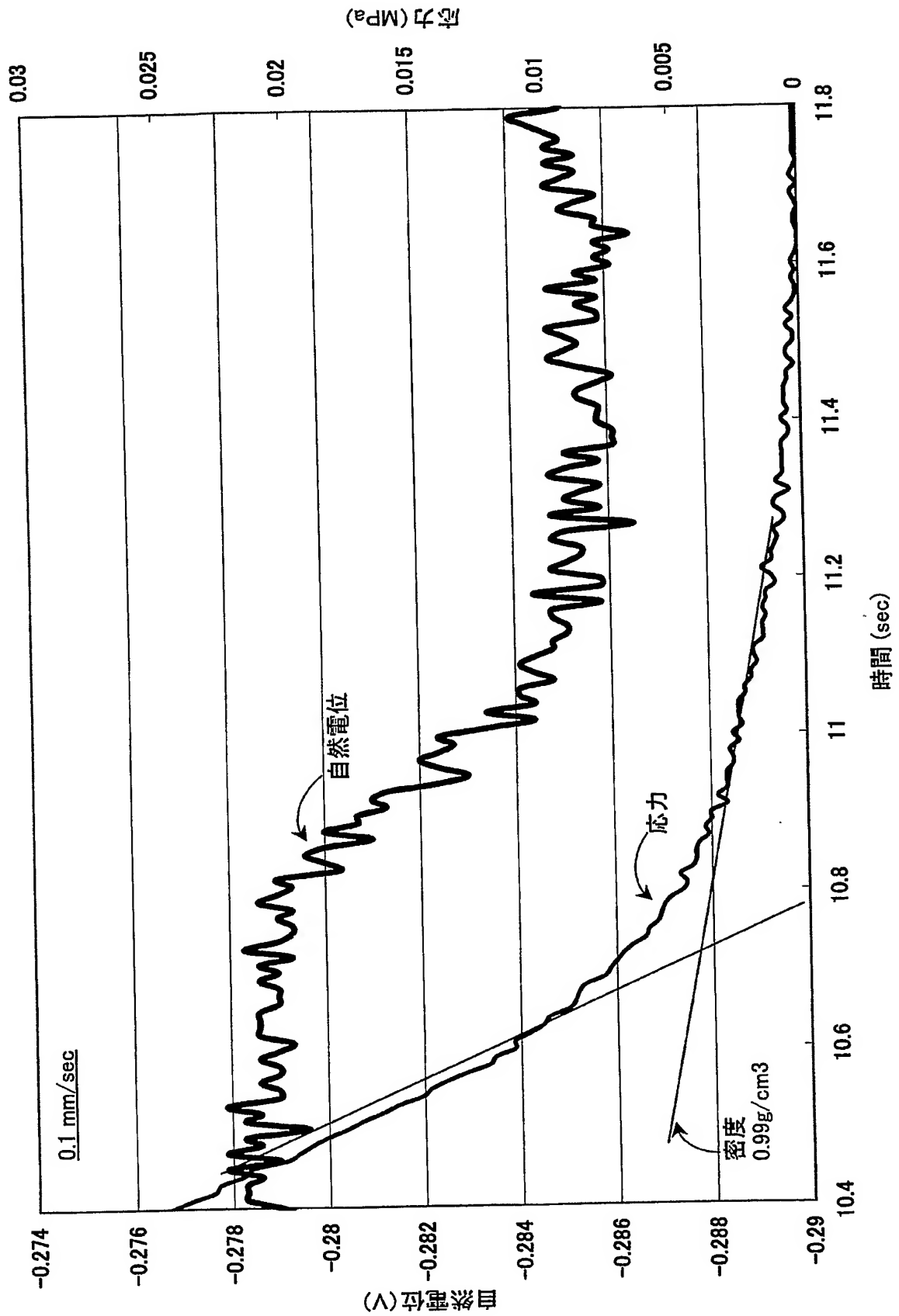
【図 11】



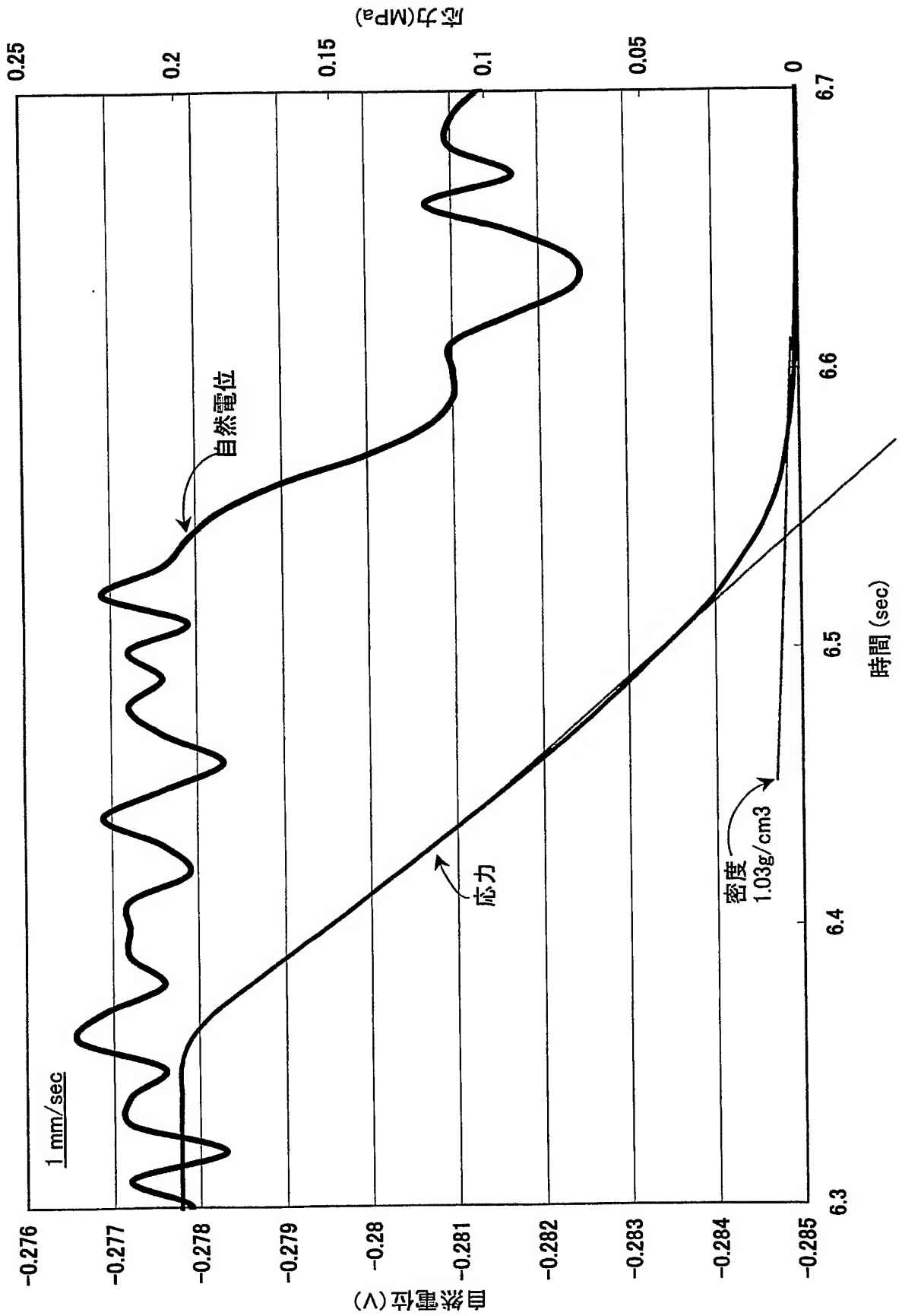
【図 12】



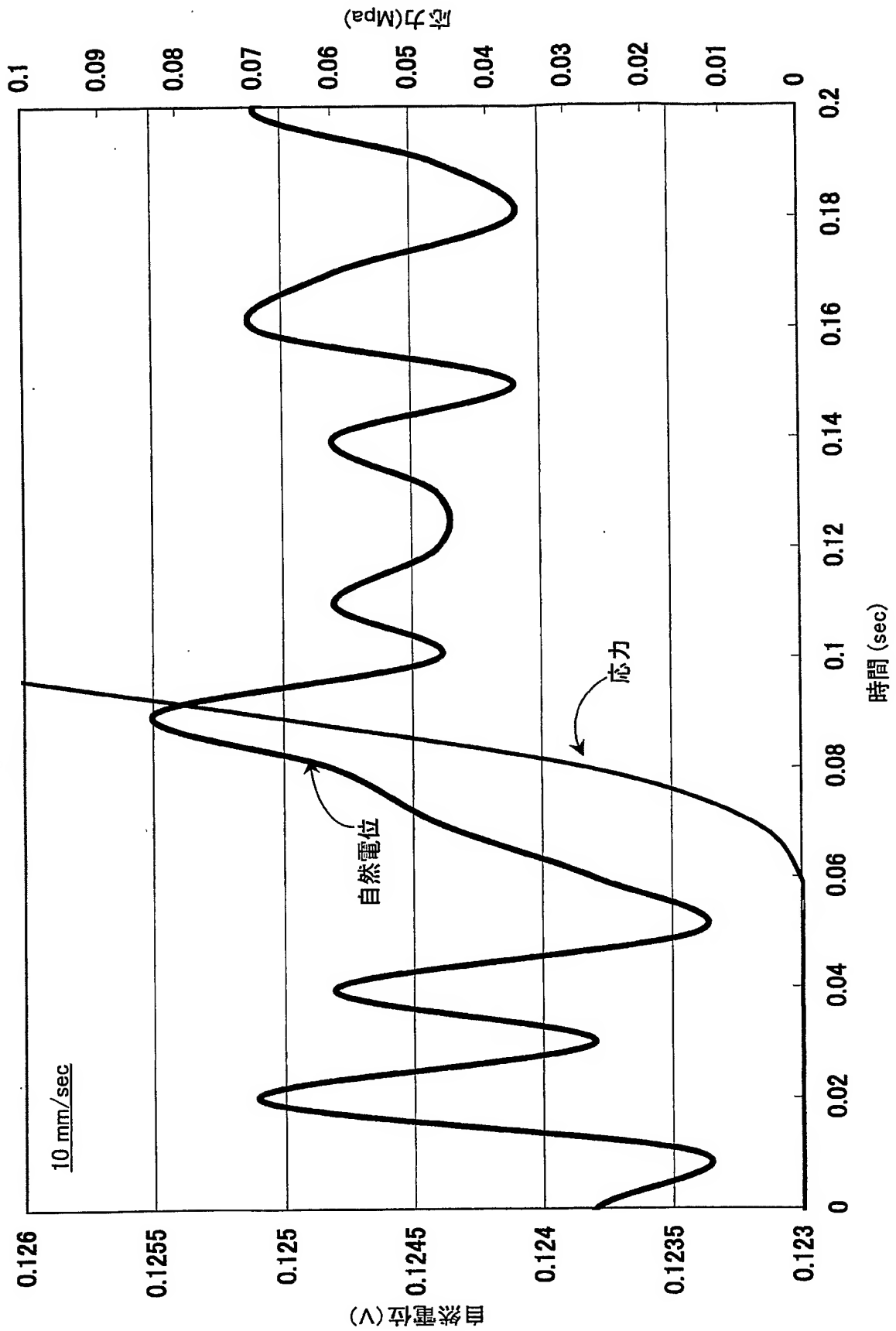
【図 13】



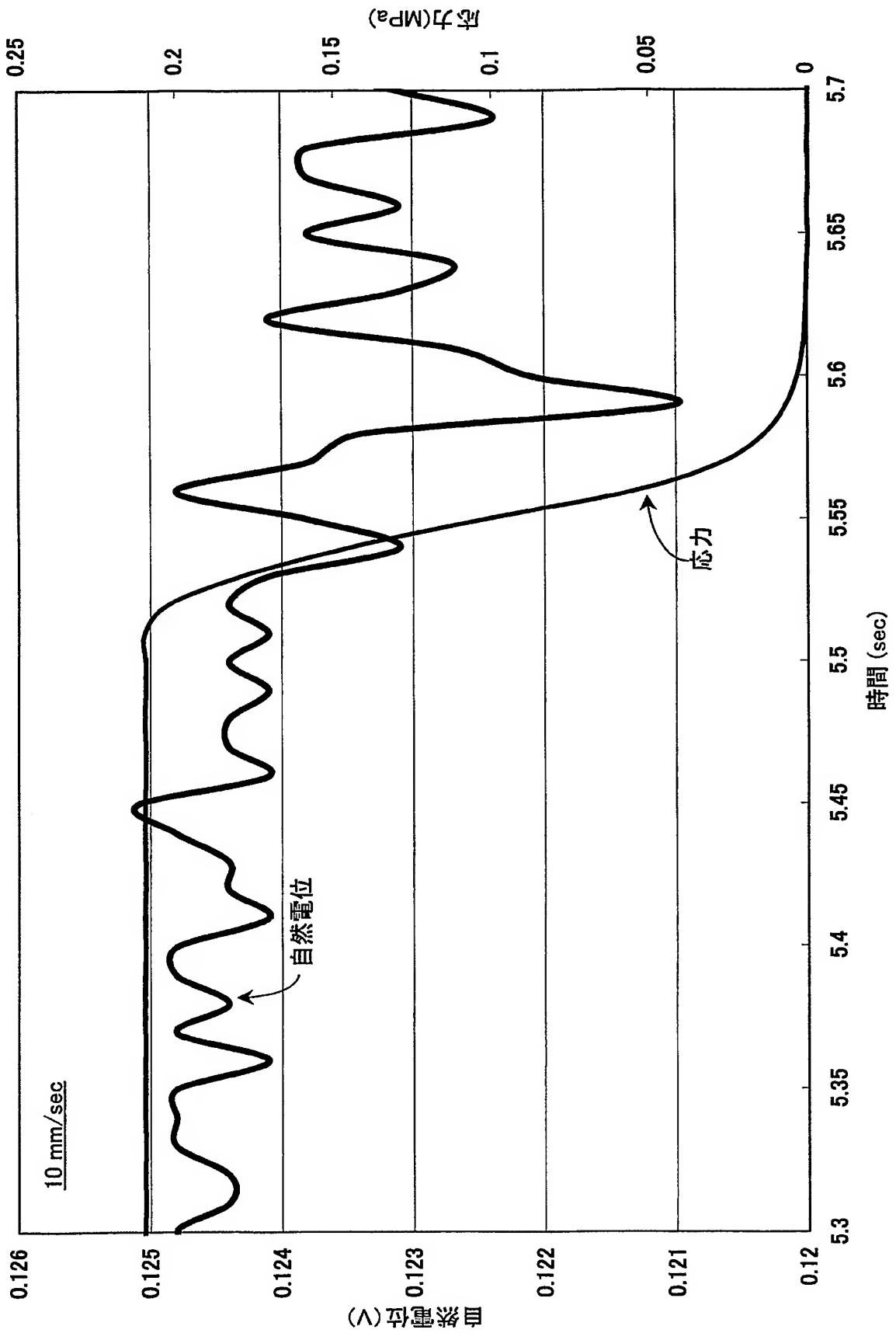
【図 14】



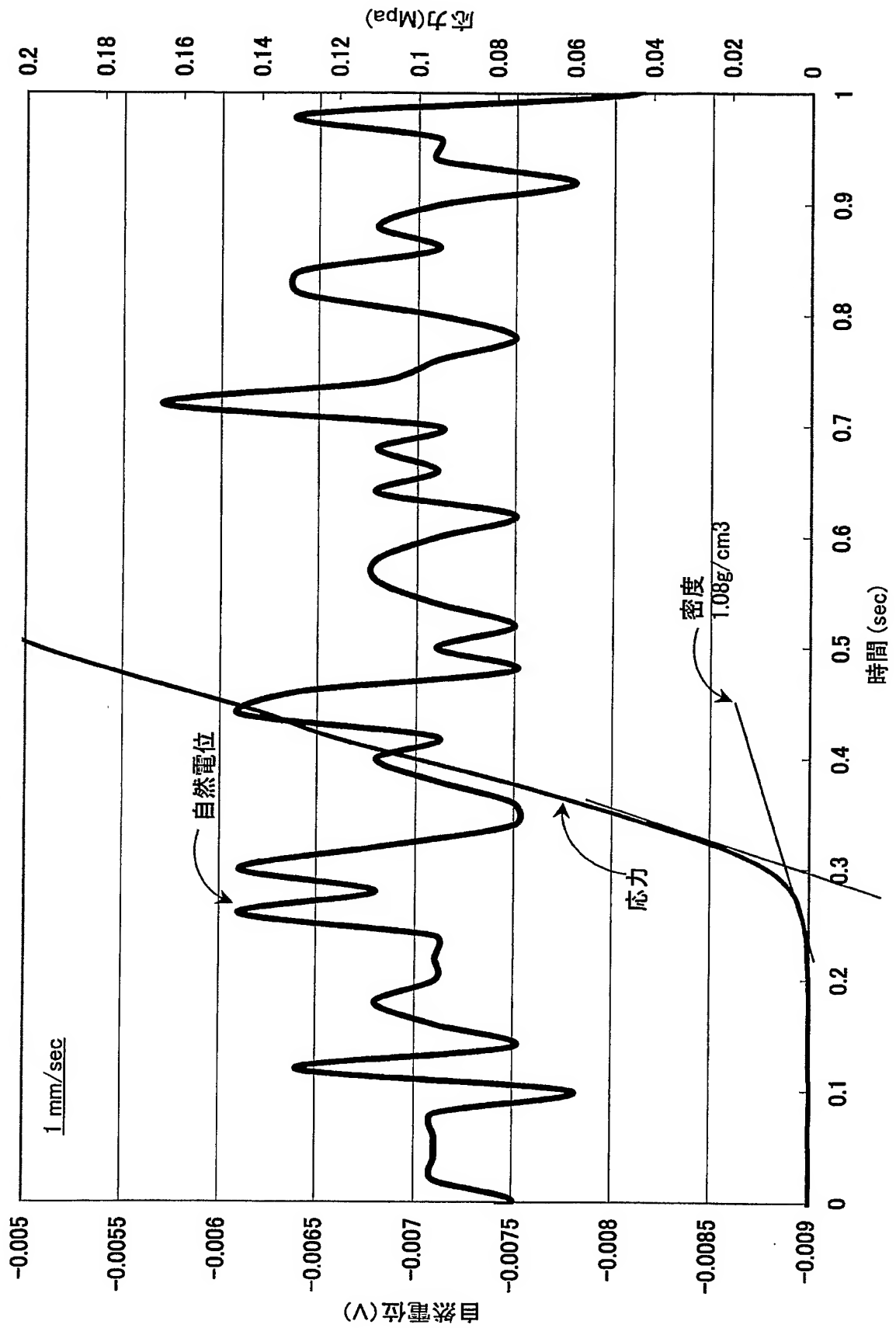
【図 15】



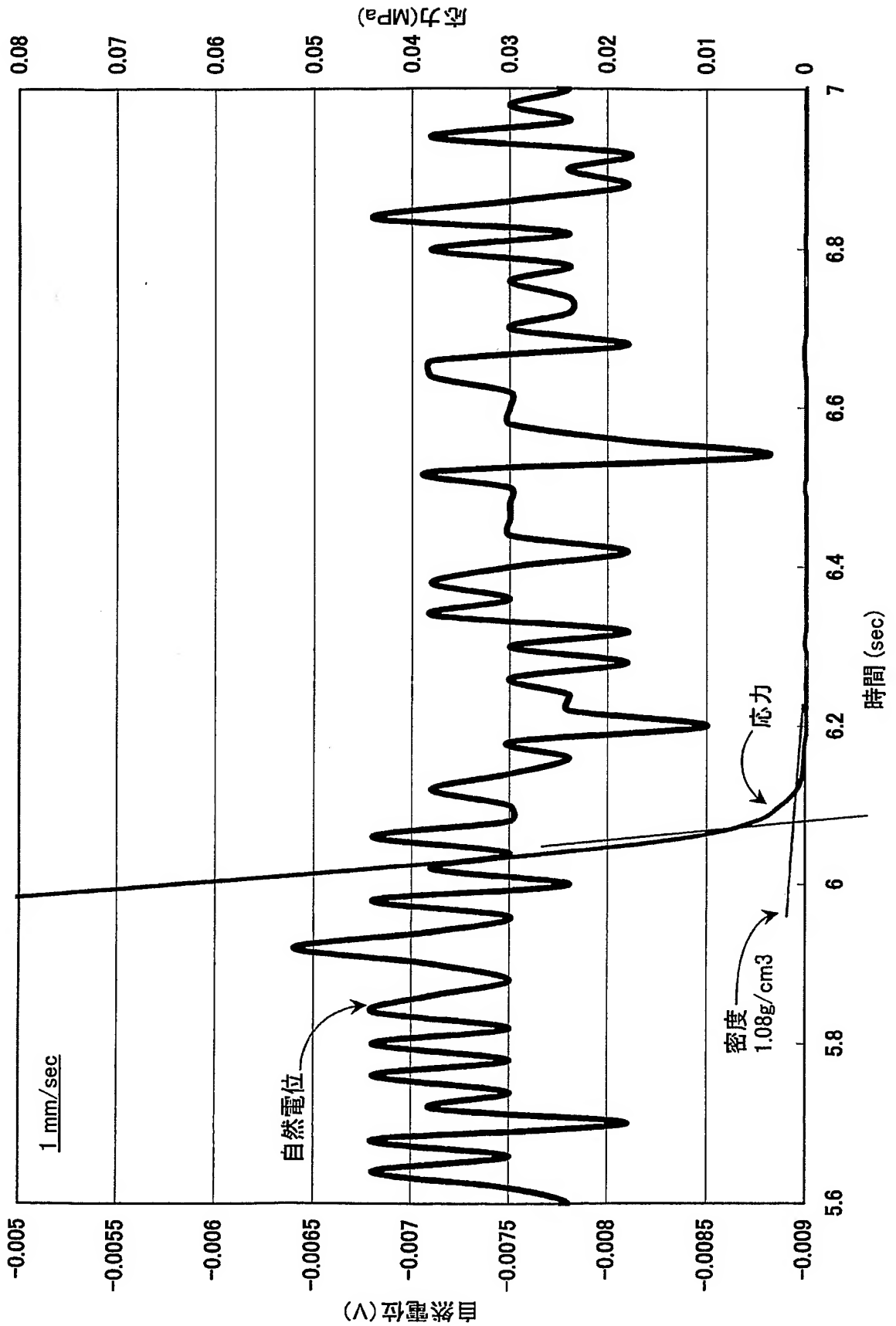
【図 16】



【図 17】



【図 18】



【書類名】 要約書

【要約】

【課題】 応力変化により起電力を発生するとともに、電圧を印加することにより変位を示す圧電体、及び係る圧電体からなる発電装置、並びに大きな変位量及び発生力を有するとともに、変位の制御が容易な高分子アクチュエータを提供する。

【解決手段】 導電性高分子及びドーパントを含有する導電性粉末からなる圧粉体 1 と、イオン供給体 2 とからなり、応力変化により起電力を発生する圧電体、並びに係る圧電体からなる発電装置及び高分子アクチュエータ。

【選択図】 図 1

特願 2 0 0 4 - 0 1 7 5 3 3

出 願 人 履 歴 情 報

識別番号

[0 0 0 0 0 5 3 2 6]

1. 変更新月日

1 9 9 0 年 9 月 6 日

[変更理由]

新規登録

住 所

東京都港区南青山二丁目 1 番 1 号

氏 名

本田技研工業株式会社